

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Penelitian terkait bertujuan untuk mencari referensi – referensi dari teori yang bersangkutan seperti dari buku, jurnal maupun dari berbagai sumber-sumber lainnya. Referensi yang terkait dengan Peluang Penghematan pada Motor Listrik dalam Upaya Konservasi Energi.

“Metode Perhitungan Efisiensi Motor Induksi yang sedang Beroperasi” pada penelitian ini menawarkan cara untuk mengukur efisiensi motor listrik tanpa harus melepas motor dan tanpa harus mengukur daya keluaran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode ini memiliki tingkat akurasi 97%, metode ini selanjutnya dapat dijadikan sebagai bahan masukan untuk mengevaluasi manajemen energi sehingga dapat dihemat sejumlah uang dengan mengganti motor yang tidak efisien. [3]

“Konservasi Energi Listrik dengan Meningkatkan Efisiensi dan Kualitas Daya Listrik”. Analisa yang dilakukan untuk mencari peluang – peluang peningkatan efisiensi dan peningkatan kualitas daya listrik sebagai usaha konservasi energi listrik. Peluang – peluang yang dihasilkan disertai dengan studi kelayakan dari segi ekonomi dengan menggunakan *Life-Cycle Costing Analysis* sehingga konservasi yang membutuhkan daya tinggi dapat diketahui waktu balik modalnya. Dengan melakukan konservasi energi listrik, maka dapat dihasilkan penurunan konsumsi energi spesifik sekitar 7% sampai dengan 13%. [5]

“Analisa Penghematan Energi Motor Listrik” penelitian ini bertujuan dalam upaya mengoptimalkan kerja peralatan pada beban penuh sehingga penggunaan energi listrik menjadi lebih efektif, efisien dan rasional tanpa harus mengurangi kinerja produksi serta mengidentifikasi peluang penghematan energi listrik. Menggunakan VSD (*Variabel Speed Drive*) yang berguna sebagai pengatur kecepatan pada motor dan juga melakukan pengukuran dan perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE). Untuk menghasilkan penghematan biaya yang diinginkan serta identifikasi peluang penghematan dilakukan setelah menganalisa perilaku kinerja beban. Hal yang didapatkan adalah penghematan energi listrik sebesar 28-60% pada motor listrik, total penghematan energi listrik adalah 4,95% sama dengan 43,149,6 Kwh. [6]

“ Studi Analisa Konsumsi dan Penghematan Energi “ penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar konsumsi energi listrik dan penghematan energi listrik yang dilakukan pada beban motor listrik. Untuk menghitung beban pada motor dapat dilakukan secara langsung atau dengan menggunakan metode pengukuran daya masuk. Dari hasil analisa ditemukan penghematan energi listrik sebesar 26,48% atau 6,038,628,14 Kwh dan efisiensi maksimum adalah yang mendekati 75% pada beban penuh. [7]

“ Analisa Penurunan Efisiensi Motor Listrik Akibat Cacat Pada Bantalan (*Bearing*) “ penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh kerusakan bantalan terhadap penurunan efisiensi motor listrik. eksperimen dilakukan dengan menguji motor listrik dalam kondisi bantalan normal, bantalan yang mengalami *Thermal Aging* dan bantalan yang mengalami cacat pada cincin luar. Daya input ditentukan dengan parameter arus, *voltase* dan faktor daya yang diukur dengan power meter pada masing-masing fasa. Daya output ditentukan dengan prinsip dinamometer yang mengukur besar torsi pengereman. Parameter lain yang diukur adalah putaran motor serta parameter percepatan getaran sebagai indikator dari adanya cacat pada bantalan. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa terjadi penurunan efisiensi motor listrik sebesar 1-2% dengan variasi beban yang dilakukan pada saat pengujian. [8]

Dari penelitian terkait terdapat beberapa masukan yang akan membantu penelitian yang akan dilaksanakan. Dari penelitian terdahulu ada beberapa cara dalam menentukan peluang – peluang untuk melakukan penghematan energi listrik pada motor listrik, dimana cara tersebut berdampak positif terhadap hasil yang didapatkan dengan melakukan beberapa langkah – langkah diantaranya melakukan pengamatan untuk mencari peluang – peluang dalam meningkatkan efisiensi penggunaan motor listrik dengan cara tersebut didapatkan hasil yang signifikan terhadap penghematan energi listrik yang mana kedepannya akan berdampak positif terhadap penggunaan dan pemanfaatan energi yang efektif dan efisien.

Pada penelitian ini audit energi yang dilakukan pada motor – motor listrik dengan teknik konservasi energi untuk menentukan peluang energi yang tepat dalam melakukan penghematan energi listrik khususnya pada motor listrik. Dari penelitian yang dilakukan terdapat beberapa poin penting yang menguatkan penelitian ini harus dilakukan yang mana hasil yang ingin dicapai diantaranya, Menghitung besaran nilai intensitas konsumsi energi (IKE), menghitung efisiensi motor listrik, melakukan konservasi energi listrik dan memberikan rekomendasi kepada segenap pemangku perusahaan dalam penggunaa

peralatan hemat energi yang erat kaitannya dengan penyediaan dan kebutuhan energi kearah yang optimal dan tepat guna.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Penjelasan Energi Secara Umum

Definisi energi pada Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah kemampuan untuk melakukan kerja. Kata energi diambil dari bahasa inggris yaitu *energy* yang pada mulanya berasal dari *energia* dalam bahasa latin. *Energia* pada bahasa yunani kuno di artikan kegiatan. Kata dasarnya adalah *ergon* yang berarti kerja. Pada energi ada energi potensial dan energi kinetik. Energi potensial adalah energi yang tersimpan sedangkan energi kinetik adalah energi yang bergerak. Tidak adanya energi akan mengakibatkan suatu benda hidup ataupun benda mati tidak memiliki kekuatan untuk bergerak. Hukum Termodinamika I mengatakan bahwa “Energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain, tetapi tidak bisa diciptakan ataupun dimusnahkan”. [9]

Energi ditemui dalam berbagai bentuk seperti: energi listrik, energi kimia, energi panas, energi cahaya dan lain sebagainya. Ada beberapa satuan energi seperti: Joule (J), Kalori (kal), *Elektronvolt* (eV), *Kilowatt-Jam* (kWh), atau *British Thermal Unit* (BTU). Pada Standar Internasional (SI) satuan energi yang dipakai adalah Joule (J) yang ditemukan oleh James P. Joule. Joule dapat didefinisikan sebagai besarnya energi yang dibutuhkan untuk membe ri gaya sebesar satu *newton* sejauh satu meter. Satu joule dapat digunakan untuk menangkap sebuah benda dengan berat 1 kg setinggi 10 cm sehingga *joule* menjadi energi *absolut* terkecil.[9]

2.2.2 Audit Energi

Audit Energi adalah suatu langkah sistematis yang dilakukan oleh seorang auditor energi guna mengetahui pemakaian listrik dalam waktu tertentu serta dapat menemukan dimana peluang energi yang dapat diberikan pada suatu lingkup audit energi. Audit energi memiliki prosedur yang sistematis demi menghasilkan data yang sesuai dan bermanfaat untuk manajemen energi dan efisiensi energi. Pada tahap persiapan yang harus dilakukan adalah menentukan ruang lingkup audit energi, studi literatur guna mendapatkan referensi teori yang relevan dengan penelitian yang berkaitan dan mempersiapkan alat ukur untuk kepentingan audit energi. [2]

Setelah tahap persiapan selesai dapat dilakukan audit energi awal yang melakukan pengumpulan dan penyusunan data historis motor listrik, setelah itu menganalisa profil pengguna energi. Tahapan selanjutnya adalah audit energi rinci dengan melakukan

pengukuran konsumsi energi dan menghitung intensitas konsumsi energi (IKE). Jika pada tahap ini ditemukan peluang - peluang penghematan energi maka akan dilakukan analisa peluang – peluang penghematan yang akan menghasilkan suatu rekomendasi.

2.2.3 Audit Energi listrik pada Motor Listrik

1. Motor Listrik

Motor listrik adalah suatu perangkat *elektromagnetis* yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, energi mekanik ini digunakan untuk misalnya, memutar pompa, *Fan* atau *Blowwer*, menggerakkan kompresor dll. Dalam industri motor listrik disebut “kuda kerja” nya industri karna hampir semua motor – motor listrik menggunakan sekitar 70% beban listrik total industri. [3]

2. Prinsip Kerja Motor Listrik

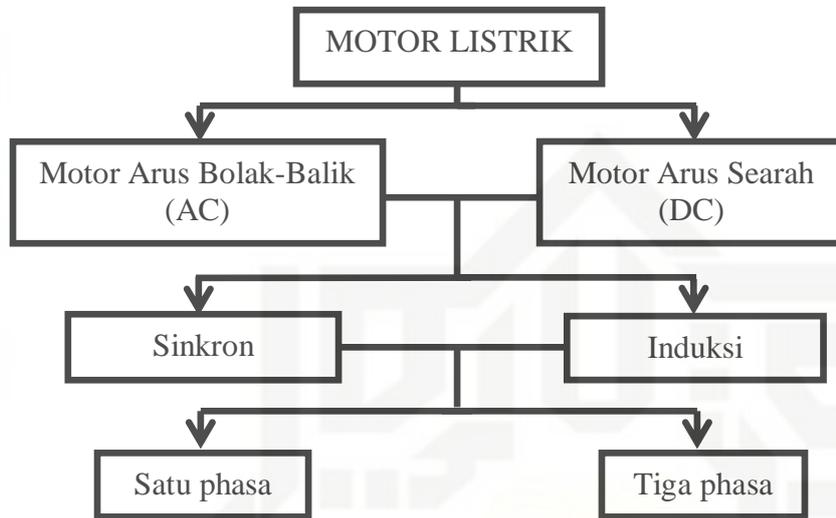
Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya pada kawat yang membawa arus, maka kedua sisi loop pada sudut kanan medan magnet akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan dan pasangan gaya yang menghasilkan tenaga putar untuk memutar kumparan yang disebut dengan kumparan medan.

Dalam memahami sebuah motor listrik penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor listrik. Beban mengacu pada keluaran tenaga putar sesuai dengan kecepatan yang diperluka. Beban umum dapat dikategorikan kedalam tiga kelompok diantaranya: [3]

1. Beban *torque* konstan adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya namun *Torque* nya tidak bervariasi. Contoh beban dengan torque konstan adalah *Conveyors*, *Rotari Klins* dan pompa.
2. Beban dengan variabel *Torque* adalah beban dengan *Torque* yang bervariasi dengan kecepatan operasi. Contoh beban dengan variabel *Torque* adalah pompa sentrifugal dan *Fan*.
3. Beban dengan energi bervariasi adalah beban dengan permintaan *Torque* yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh untuk beban dengan daya konstan adalah peralatan – peralatan mesin.

3. Jenis Motor Listrik

Bagian ini menjelaskan tentang dua jenis motor listrik yaitu AC (*Alternating Current*) dan DC (*Direct Current*) yang paling umum. Motor tersebut dikategorikan berdasarkan pasokan input, konstruksi dan mekanisme operasinya.



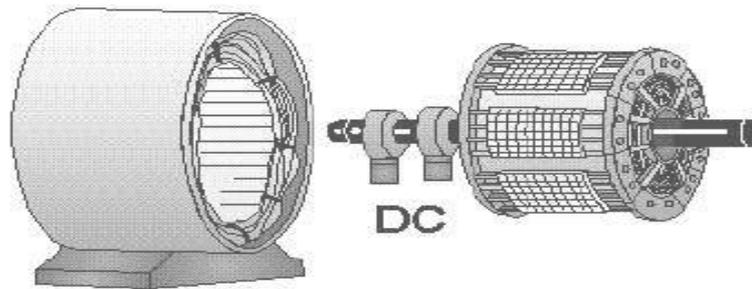
Gambar 2.1: Diagram Motor Listrik [3]

1. Motor Listrik AC

Motor listrik AC atau motor listrik arus bolak – balik menggunakan arus listrik yang membalikkan arahnya secara teratur pada rentang waktu tertentu. Motor listrik memiliki dua bagian dasar listrik: “*stator*” dan “*rotor*”. Stator merupakan komponen *statis* sedangkan rotor merupakan komponen listrik yang berputar untuk memutar as motor.

a. Motor sinkron

Motor sinkron adalah motor AC, motor yang memiliki kecepatan putaran motornya sinkron atau sebanding dengan frekwensi listrik yang masuk ke satatornya. Karakteristik dari motor ini adalah putarannya konstan meskipun beban motor berubah-ubah. Motor listrik ini memerlukan arus searah (DC) untuk pembangkitan daya dan memiliki *Torque* awal yang rendah, oleh karna itu motor listrik sinkron cocok untuk penggunaan awal dengan beban rendah, seperti kompresor udara, perubahan frekwensi dan generator motor listrik. Motor listrik sinkron mampu untuk memperbaiki faktor daya sistem.



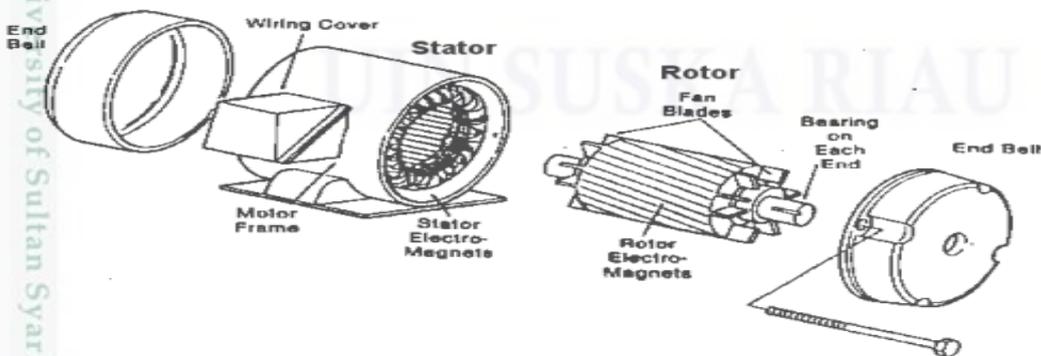
Gambar 2.2: Motor sinkron [3]

Komponen utama motor sinkron adalah

1. Rotor, perbedaan utama antara motor sinkron dengan induksi adalah bahwa rotor mesin sinkron berjalan pada kecepatan yang sama dengan perputaran medan magnet. Hal ini memungkinkan karena medan magnet rotor tidak lagi terinduksi. Rotor memiliki magnet permanen yang dipaksa untuk mengunci pada posisi tertentu bila dihadapkan dengan medan magnet lainnya.
2. Stator, stator menghasilkan medan magnet berputar yang sebanding dengan frekwensi yang dipasok.

b. Motor Induksi

Motor induksi (Asinkron) merupakan motor paling umum digunakan di Industri , motor induksi disebut sebagai transformer berputar karena stator pada dasarnya adalah sisi primer trafo dan rotor adalah bagian sekunder trafo. Rotor dan Stator dipisahkan melalui celah udara yang membuat rotor dapat berputar. Stator dan Rotor disusun dari lempengan bahan yang dilaminasi menjadi bentuk stator maupun rotor. Gambar 2.3 dibawah ini menggambarkan bagian-bagian motor listrik induksi.



Gambar 2.3: Motor induksi [3]

Motor listrik induksi memiliki dua komponen utama yaitu:

A. Stator

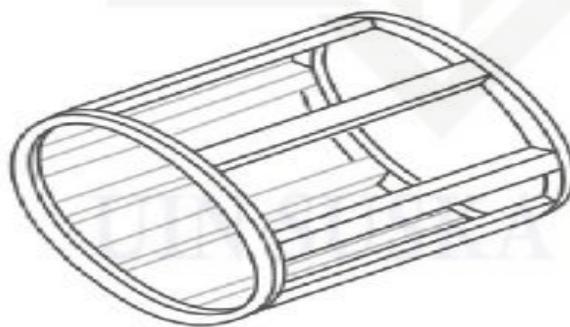
Stator terdiri dari:

1. Selinder terluar motor listrik yang terbuat dari baja, besi atau campuran aluminium yang dibentuk menjadi silinder.
2. Jalur magnetik yang terdiri dari satu set slot laminasi baja yang dipres ke ruang dalam silinder, jalur magnetik tersebut dilaminasi untuk mengurangi rugi arus eddy.
3. Satu set lilitan listrik yang diisolasi di dalam slot jalur magnetik yang terlaminasi. Untuk motor listrik 3 fasa, 3 set lilitan diperlukan untuk tiap fasanya. Gulungan ini dilingkarkan ke sejumlah kutub tertentu.

B. Rotor

Rotor merupakan bagian mesin yang bergerak. Rotor terdiri dari satu set laminasi baja yang dipres bersama didalam jalur magnetik selinder dan rangkaian listrik. motor induksi memiliki dua jenis rotor yaitu:

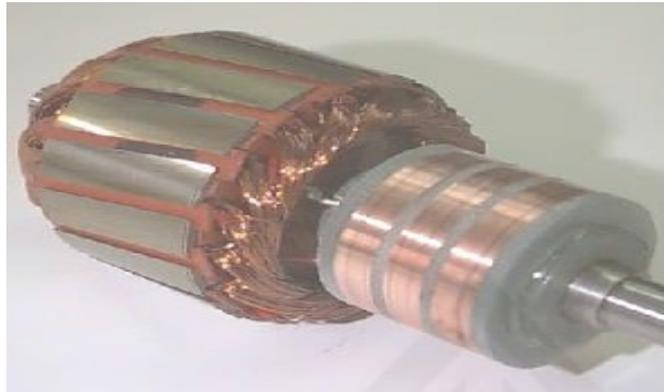
1. Rotor sangkar tupai yang terdiri dari satu set batang penghantar tembaga atau aluminium yang diletakan dalam alur slot paralel. Batang- batang tersebut dihubung pendek pada kedua ujungnya dengan cincin hubungan pendek, dengan konstruksinya yang menyerupai sangkar tupai, rotor ini disebut rotor sangkar tupai. Rotor sangkar tupai ini merupakan jenis rotor yang paling banyak digunakan.



Gambar 2.4: Rotor Sangkar Tupai [3]

2. Wound rotor adalah rotor yang memiliki gulungan tiga fasa, lapisan ganda dan terdistribusi secara merata. Dibuat melingkar sebanyak kutub stator. Tiga fasa digulungi kawat pada bagian dalamnya dan ujung yang lainnya dihubungkan ke cincin kecil yang dipasang kebatang as dengan

sikat yang menempel padanya. Fitur utama cincin geser ini adalah resistor yang diseri dengan rangkaian rotor untuk membatasi arus starting.



Gambar 2.5: *Wound Rotor* [3]

c. Klasifikasi Motor Listrik Induksi

Motor listrik induksi dapat diklarifikasikan menjadi dua kelompok utama:

1. Motor listrik induksi satu fasa. Motor listrik ini hanya memiliki satu gulungan stator, beroperasi dengan pasokan daya satu fasa, memiliki sebuah rotor kandang tupai dan memerlukan sebuah alat untuk menghidupkan motornya. Motor listrik seperti ini sering digunakan dalam kehidupan sehari – hari khususnya rumah tangga.
2. Motor listrik induksi tiga fasa, medan magnet yang berputar dihasilkan oleh pasokan tiga fasa yang seimbang, motor listrik ini memiliki kemampuan daya yang tinggi, dapat memiliki kandang tipai atau gulungan rotor (walaupun 90% memiliki rotor kandang tupai), dan penyalannya sendiri. Sekitar 70% motor di industri menggunakan jenis ini, sebagai contoh pompa kompresor, *Belt Conveyor*, jaringan listrik dan *Grinder*.

d. Kecepatan Motor Listrik Induksi

Motor listrik induksi bekerja sebagai berikut, listrik yang mengalir ke stator yang menghasilkan medan magnet, medan magnet bergerak dengan kecepatan sinkron disekitar rotor, arus rotor menghasilkan medan magnet kedua yang berusaha melawan medan magnet stator yang menyebabkan rotor berputar. Terjadinya perbedaan antara kedua kecepatan tersebut disebabkan adanya *Slip* atau geseran yang meningkat dengan meningkatnya beban. *Slip* hanya terjadi pada motor listrik induksi, untuk menghindari *slip* dapat dipasang sebuah cincin geser (*Slip Ring*) dan motor listrik tersebut dinamakan “motor cincin geser”. [3]

2. Motor Listrik DC

Motor listrik DC merupakan motor arus searah, motor listrik seperti ini menggunakan arus listrik yang searah. Motor listrik DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaaan *Torque* yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas.



Gambar 2.6: Motor DC [3]

Motor listrik DC memiliki tiga komponen utama:

1. Kutub medan, secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor listrik DC. Motor listrik DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor listrik DC sederhana memiliki dua kutub yakni utara dan selatan, garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub – kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari daya dari luar luar sebagai penyediaan struktur medan.
2. Dinamo, bila arus masuk menuju dinamo, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Dinamo yang berbentuk selinder dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor listrik DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub – kutub sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub – kutub utara dan selatan dinamo.
3. *Commutator*, kegunaannya adalah membalikan arah arus listrik dalam dinamo. Kommutator juga membantu dalam transisi arus antara dinamo dan sumber daya.

Keuntungan utama motor listrik DC adalah sebagai pengendali kecepatan yang tidak mempengaruhi kualitas produksi daya. Motor listrik ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

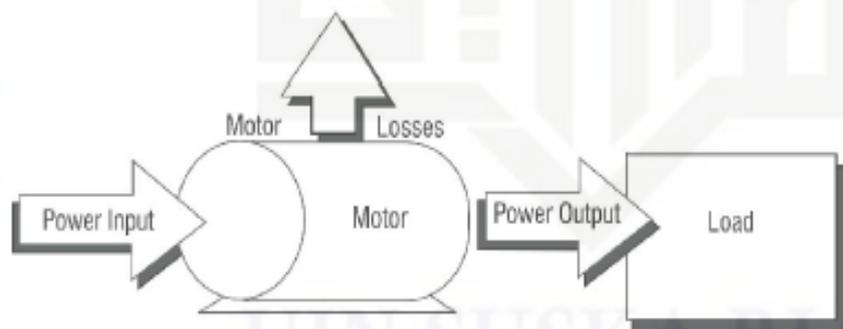
- Tegangan dinamo – meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan.
- Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan medan.

Motor listrik DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaannya pada umumnya dibatasi untuk beberapa penggunaan kecepatan rendah. Penggunaan daya rendah dan sedang seperti peralatan mesin dan *rolling mills*, sebab sering terjadi perubahan daya arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar.

2.3 Efisiensi Motor Listrik

Motor listrik induksi merupakan motor listrik yang umum digunakan pada sektor industri. Motor listrik induksi memiliki karakteristik induktif sebagai akibat dari penggunaan kumparan pada konstruksinya yang menghasilkan medan magnet yang memutar rotor. Efisiensi suatu mesin diukur seberapa baik mesin dapat mengubah energi masukan listrik ke energi keluaran mekanik. Efisiensi berhubungan langsung dengan rugi-rugi daya motor listrik induksi terlepas dari desain motor listrik itu sendiri.

Beberapa motor listrik didesain untuk beroperasi pada 50% - 100% pada beban nominal, Efisiensi maksimum adalah yang mendekati 75% pada beban nomina. [8]



Gambar 2.7: Daya dan Rugi Motor Induksi [8]

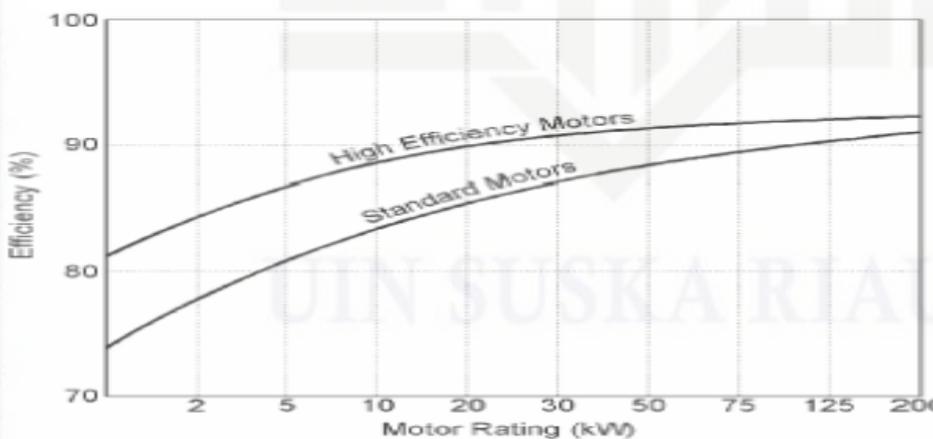
Dari gambar 2.7 di atas efisiensi dibandingkan antara daya keluaran dan daya masukannya. Daya keluaran sama dengan daya masukan dikurangi dengan semua rugi-rugi yang ada. Oleh karena itu, jika dua dari tiga variabel (keluaran, masukan dan rugi-rugi) telah didapatkan nilainya maka nilai efisiensi dapat ditentukan.

Faktor – faktor yang mempengaruhi efisiensi motor listrik adalah:

1. Usia motor listrik.
2. Kapasitas motor listrik, efisiensi motor listrik meningkat dengan laju kapasitasnya.
3. Kecepatan, motor listrik dengan kecepatan yang lebih tinggi lebih efisien.
4. Jenis motor, motor listrik kandang tupai lebih efisien dibandingkan motor listrik cincin geser.
5. Suhu, motor listrik yang didinginkan oleh fan dan tertutup total lebih efisien dibandingkan motor listrik *screen protected drif-proof* (SPDP).
6. Pengulungan ulang motor listrik dapat menyebabkan penurunan kinerja motor listrik.

Pabrik motor listrik membuat rancangan motor listrik untuk beroperasi pada beban 50-100% dan paling efisien 75%, tetapi apabila beban turun dibawah 50% efisiensi turun dengan cepat. Mengoprasikan motor listrik dibawah laju beban 50 % memiliki dampak pada faktor dayanya. Efisiensi motor listrik yang tinggi dan faktor daya yang mendekati 1 sangat diinginkan untuk operasi yang efisien dan untuk menjaga biaya rendah untuk seluruh pabrik tidak hanya untuk motor listrik. [8]

Untuk alasan ini maka dalam mengkaji kinerja motor listrik akan bermanfaat bila menentukan beban dan efisiensinya. Untuk mengukur efisiensi motor listrik, maka motor listrik harus dilepaskan sambungannya dari beban dan dibiarkan untuk melalui serangkaian uji. Hasil uji tersebut kemudian dibandingkan dengan grafik kinerja standar.



Gambar 2.8: Perbandingan antara Motor listrik yang Berefisien Tinggi dengan Motor Standar [8]

Motor listrik dengan energi yang efisien mencakup kisaran kecepatan dan beban penuh yakni 3% hingga 7%. Untuk mengukur efisiensi motor, maka motor harus dilepaskan sambungannya dari beban dan dibiarkan untuk melalui serangkaian uji. Jika tidak memungkinkan untuk memutuskan sambungan motor dari beban, perkiraan nilai efisiensi didapat dari tabel khusus untuk nilai efisiensi motor. Nilai efisiensi disediakan untuk: [8]

- Motor dengan efisien standar 900, 1200, 1800 dan 3600 rpm.
- Motor berukuran antara 10 hingga 300 HP.
- motor anti menetes terbuka/*Open Drif-Proof* (ODP) dan motor yang didinginkan oleh fan dan tertutup total/*Endclosed Fan-Cooled Motor* (TEFC).
- Tingkat beban 25%, 50%, 75%, dan 100%.

2.3.1 Penurunan Efisiensi Motor Listrik

Efisiensi total tergantung kepada efisiensi motor listrik penggerakannya, karena itu perlu diperiksa dan diketahui efisiensi motor listrik. Kinerja motor listrik sangat tergantung dari kualitas *Supply* listriknya. Ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan efisiensi motor listrik diantaranya: [3]

1. Tegangan yang tidak stabil pada motor listrik (*V-Unbalance*) akan menurunkan kinerja dan usia motor 3 fasa dari umur teknis.
2. Tegangan yang tidak stabil pada terminal stator motor listrik menyebabkan fasa ketidak stabilan arus (*I-Unbalance*).
3. Ketidakstabilan arus menyebabkan ketidakstabilan torsi, yang mengakibatkan terjadinya getaran dan stres mesin, meningkatkan energi *Lossis* dan motor listrik menjadi lebih panas, yang pada akhirnya menyebabkan usia insulasi gulungan motor listrik menjadi pendek.
4. Motor listrik akan menjadi lebih panas ketika beroperasi pada pasokan daya dengan tegangan yang tidak stabil.

Menurut syarat yang dikeluarkan oleh produsen motor listrik di Amerika (NEMA) yang sering dipakai acuan dari pengalaman praktis, untuk mendapatkan kinerja motor listrik yang optimal diperlukan kualitas dan kuantitas pasokan energi sebagai berikut:

Devisi tegangan	= ± 10%
<i>Unbalance</i> antr tegangan	= ± 1%
<i>Unbalance</i> antar arus	= ± 10%
Devisi frekuensi	= ± 5%

Selain itu, penggulangan ulang dari motor listrik juga akan menjadi penyebab turunnya efisiensi motor listrik. Karena pada umumnya reparatur motor listrik tidak pernah bisa melakukan penggulangan ulang seperti disain aslinya, dan reparatur tidak pernah melakukan pengukuran efisiensi motor listrik akibat penggulangan ulang, maka disarankan dilakukan kajian sebelum penggulangan ulang dan memperhitungkan kerugian energi bila tidak dilakukan penggulangan ulang dibandingkan dengan keuntungan finansial akibat penggulangan ulang. [3]

2.3.2 Peluang Efisiensi Energi pada Motor Listrik

Efisiensi energi pada motor listrik sangat penting pada saat sekarang ini, dengan menggunakan motor yang hemat energi diharapkan dapat mengurangi pemakaian bahan bakar dan mengurangi biaya pembangkitan tenaga listrik. Selain itu juga dengan menggunakan motor listrik yang hemat energi dapat mengurangi biaya perawatan pada motor listrik itu sendiri. Berikut ini peluang-peluang yang dapat dicapai dalam pengefisienan energi pada motor listrik. [3]

1. Mengganti motor listrik standar dengan motor listrik yang energinya efisien. Motor listrik yang berefisiensi tinggi dirancang khusus untuk meningkatkan efisiensi energi dibandingkan motor listrik standar.
2. Perbaiki desain, difokuskan pada penurunan kehilangan mendasar dari motor listrik termasuk penggunaan baja silikon dengan tingkat kehilangan daya yang rendah, inti yang lebih panjang(untuk meningkatkan beban aktif), kawat yang lebih tebal(untuk menurunkan tahanan), laminasi yang lebih tipis, celah udara antara stator dan rotor yang lebih tipis, batang baja pada rotor sebagai pengganti aluminium, *Berring* yang lebih bagus dan *Fan* yang lebih kecil.

Tiap peningkatan 1% efisiensi motor listrik maka dapat menghemat biaya sebesar \$1 miliar per tahun, dapat mengurangi 6-10 juta ton batu bara dan emisi gas karbon dioksida sebesar 15-20 juta ton. [3]

Tabel 2.1:Efisiensi Motor Listrik 3 Phasa [10]

kW	50 HZ								
	IE1-Standar Efficiency			IE2-Premium Efficiency			IE3-High Efficiency		
	2-pole	4-pole	6-pole	2-pole	4-pole	6-pole	2-pole	4-pole	6-pole
0.75	72.1	72.1	70.0	77.4	79.6	75.9	80.7	82.5	78.9
1.1	75.0	75.0	72.9	79.6	81.4	78.1	82.7	84.1	81.0
1.5	77.2	77.2	75.2	81.3	82.8	79.8	84.2	85.3	82.5
2.2	79.7	79.7	77.7	83.2	84.3	81.8	85.9	86.7	84.3
3	81.5	81.5	79.7	84.6	85.5	83.3	87.1	87.7	85.6
4	83.1	83.1	81.4	85.8	86.6	84.6	88.1	88.6	86.8
5.5	84.7	84.7	83.1	87.0	87.7	86.0	89.2	89.6	88.0
7.5	86.0	86.0	84.7	88.1	88.7	87.2	90.1	90.4	89.1
11	87.6	87.6	86.4	89.4	89.8	88.7	91.2	91.4	90.3
15	88.7	88.7	87.7	90.3	90.6	89.7	91.9	92.1	91.2
18.5	89.3	89.3	88.6	90.9	91.2	90.4	92.4	92.6	91.7
22	89.9	89.9	89.2	91.3	91.6	90.9	92.7	93.0	92.2
30	90.7	90.7	90.2	92.0	92.3	91.7	93.3	93.6	92.9
37	91.2	91.2	90.8	92.5	92.7	92.2	93.7	93.9	93.3
45	91.7	91.7	91.4	92.9	93.1	92.7	94.0	94.2	93.7
55	92.1	92.1	91.9	93.2	93.5	93.1	94.3	94.6	94.1
75	92.7	92.7	92.6	93.8	94.0	93.7	94.7	95.0	94.6
90	93.0	93.0	92.9	94.1	94.2	94.0	95.0	95.2	94.9
110	93.3	93.3	93.3	94.3	94.5	94.3	95.2	95.4	95.1
132	93.5	93.5	93.5	94.6	94.7	94.6	95.4	95.6	95.4
160	93.8	93.8	93.8	94.8	94.8	94.8	95.6	96.8	95.6
200	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8
220	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8
250	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8
300	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8
350	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8
375	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8

1. Dilarang menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Dari tabel efisiensi motor listrik yang dikeluarkan oleh IEC diatas terdapat tiga tingkatan efisiensi yang dihasilkan motor listrik dimana diantaranya, tingkatan pertama yaitu motor listrik yang memiliki nilai efisiensi standar sedangkan tingkatan efisiensi yang kedua yakni motor listrik yang memiliki nilai efisiensi yang tinggi dan tingkatan motor listrik yang ketiga yakni motor listrik yang memiliki tingkatan efisiensi yang paling efisien. Selain dari itu masing - masing dari motor listrik memiliki nilai kW yang berbeda – beda tergantung dari kapasitas motor listrik itu sendiri dan memiliki nilai kutub yang berbeda.

Tabel 2.2: Jenis kehilangan pada Motor Listrik Induksi [3]

Jenis Kehilangan	Persentase Kehilangan Total (100%)
Kehilangan tetap	25
Kehilangan variabel-kehilangan stator I^2R	34
Kehilangan variabel-kehilangan rotor I^2R	21
Kehilangan gesekan dan penggulangan ulang	15
Kehilangan beban yang menyimpang	5

Tabel 2.3: Area Perbaikan Motor Listrik Yang Efisien Energinya [3]

Area Kehilangan Energi	Peningkatan Efisiensi
1. Besi	<ul style="list-style-type: none"> - Digunakan <i>gauge</i> yang lebih tipis sebab kehilangan inti baja yang lebih rendah menurunkan kehilangan arus <i>eddy</i>. - Inti lebih panjang yang dirancang menggunakan baja akan mengurangi kehilangan karena masa jenis <i>flux</i> operasi yang lebih digunakan <i>gauge</i> yang lebih tipis sebab kehilangan inti baja yang lebih rendah menurunkan kehilangan arus eddy. - Inti lebih panjang yang dirancang menggunakan baja akan mengurangi kehilangan karena masa jenis <i>flux</i> operasi yang lebih rendah
2. Stator I^2R	<ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan lebih banyak tembaga dan konduktor yang lebih besar meningkatkan luas lintang penggulangan stator. Hal ini akan menurunkan tahanan (R) dari penggulangan dan mengurangi kehilangan karena aliran arus (I).
	<ul style="list-style-type: none"> - Penggunaan batang konduktor rotor yang lebih besar

3. Rotor I ² R	meningkatkan potongan lintang, dengan demikian merendahkan tahanan konduktor (R) dan kehilangan yang diakibatkan oleh aliran arus (I)
4. Gesekan & Pegulangan	- Menggunakan rancangan fan dengan kehilangan yang rendah menurunkan kehilangan yang diakibatkan oleh pergerakan udara
5. Kehilangan beban yang menyimpang	- Menggunakan rancangan yang sudah dioptimalkan dan prosedur pengendalian kualitas yang ketat akan meminimalkan kehilangan beban yang menyimpang.

2.4 Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas konsumsi energi (IKE) berpedoman pada Kementrian Perindustrian tahun 2011 yakni pedoman teknis audit energi dalam rangka Implementasi Konservasi Energi dan Pengurangan Emisi CO₂ di Sektor Industri. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan parameter utama yang harus dicari dan ditentukan, baik pada sistem proses produksi maupun pada peralatan *utility* (motor listrik). Dengan besaran/nilai IKE tersebut dapat dikembangkan menjadi formulasi dan simulasi analisa peluang penghematan energi.

[2]

2.4.1 Mesin produksi

Pada mesin produksi dilakukan konservasi energi untuk mengetahui besarnya energi listrik yang digunakan untuk melakukan produksi, yang bertujuan untuk mempermudah pengontrolan penggunaan energi listrik dalam melakukan produksi. Perhitungan intensitas konsumsi energi (IKE) dilakukan dengan perbandingan antara penggunaan energi rata – rata perbulan dengan hasil produksi perbulan, seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut: [6]

$$IKE = \frac{Kwh \text{ rata-rata}}{jumlah \text{ produksi}} \tag{2.1}$$

Dimana:

- IKE = intensitas Konsumsi Energi
- Kwh rata – rata = watt
- Jumlah produksi = ton/hari

2.4.2 Penggunaan motor listrik

Pada penggunaan motor listrik dilakukan konservasi energi untuk mengetahui besarnya penggunaan energi listrik dengan memperhatikan perilaku beban dan pembebanan pada motor listrik. hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah motor listrik sudah maksimal bekerja dalam sistem atau belum, sehingga dapat mengeluarkan suatu rekomendasi untuk membuat sistem bekerja lebih efisien, efektif dan tepat guna.

Perhitungan intensitas kebutuhan energi listrik dilakukan dengan persamaan: [6]

$$\text{kWh/hr} = P_i \times t \quad (2.2)$$

Dimana:

kWh/hr = daya perhari (watt)

P_i = daya tiga fasa (kWh)

t = waktu penyalaan (jam)

Dari persamaan (2.2) dihasilkan penggunaan energi perhari, maka dengan persamaan diatas dapat diperoleh besarnya energi perbulan, ditunjukkan pada persamaan: [6]

$$\text{kWh/bln} = \text{kWh/hr} \times \text{jumlah hari penyalaan} \quad (2.3)$$

Dimana:

kWh/bln = daya perbulan (watt)

kWh/hr = daya total perhari (watt)

Jumlah hari penyalaan = total penyalaan

Dari persamaan (2.3) dengan cara yang sama, maka didapat penggunaan energi per tahun ditunjukkan pada persamaan: [6]

$$\text{kWh/thn} = \text{kWh/bln} \times \text{jumlah bulan penyalaan} \quad (2.4)$$

Dimana:

kWh/thn = daya pertahun (watt)

kWh/bln = daya total perbulan (watt)

Jumlah hari penyalaan = total penyalaan

2.5 Menghitung Rugi - Rugi Daya Motor Listrik Induksi

Motor listrik adalah suatu alat untuk mengkonversikan energi listrik menjadi energi mekanis. Keadaan ideal dari sistem konversi energi, yaitu mempunyai daya output tetap sama dengan daya input yang dapat dikatakan efisiensi 100%. Tetapi pada keadaan yang sebenarnya, tentu ada kerugian energi yang menyebabkan efisiensi dibawah 100%. Dalam sistem konversi elektro mekanik yakni dalam operasi motor listrik terutama pada motor listrik induksi, total daya yang diterima sama dengan daya yang diberikan ditambah dengan kerugian daya yang terjadi.[3]

Efisiensi sebuah motor listrik dinyatakan sebagai persentase perbandingan antar daya output yang dapat diberikan oleh sebuah motor listrik untuk kerja (P2) terhadap daya input (P1) yang dibutuhkan oleh motor listrik. Umumnya pada *Name Plate*, nilai efisiensi sebuah motor listrik tidak dinyatakan secara jelas, namun dapat dihitung berdasarkan data-data arus, tegangan. *Cos phi* (θ) dan daya motor listrik yang tertera pada *Name Plate* tersebut. [3]

Rumus untuk menghitung daya input motor listrik induksi: [3]

$$P1 = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \quad (2.5)$$

Dimana:

- P1 = daya input (watt)
- V = tegangan kerja sistem (volt)
- I = arus yang disalurkan (amper)
- $\cos \theta$ = faktor kerja

Daya input motor listrik sebesar P1, maka daya yang diubah menjadi daya output sebesar P2. Sehingga rugi – rugi daya pada motor listrik dijelaskan pada persamaan berikut: [3]

$$\text{Rugi-rugi daya motor listrik} = P1 - P2 \quad (2.6)$$

Dimana:

- P1 = daya input (watt)
- P2 = daya output yang dihasilkan oleh motor listrik

Sehingga nilai efisiensi motor listrik didapat sebagai berikut: [3]

$$\text{Efisiensi } (\eta) = (P2 / P1) \times 100\% \quad (2.7)$$

Dimana:

- η = efisiensi motor listrik (%)
- P1 = daya input (watt)
- P2 = daya output (watt)

2.6 Standarisasi Motor Listrik

Motor listrik yang umum digunakan di industri adalah motor listrik induksi (asinkron), dengan dua standar global yakni IEC (*International Electrotechnical Commission*) dan NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*). Motor asinkron IEC berbasis (*Milimeter*) sedangkan motor listrik NEMA berbasis *imperial (Inch)*, dalam aplikasi ada satuan daya dalam *Horsepower (Hp)* maupun *kilo watt (kW)*. IEC adalah suatu organisasi standarisasi internasional yang menyiapkan dan mempublikasikan standar internasional untuk semua teknologi elektrik, elektronika, dan teknologi lain yang terkait yang secara kolektif dikenal dengan elektroteknologi. Standar IEC meliputi berbagai teknologi dari pembangkit, transmisi dan distribusi tenaga listrik. IEC juga mengelolah skema penilaian kesesuaian yang menyatakan apakah suatu perangkat, sistem atau komponen sesuai dengan standar internasional. IEC menerbitkan standar bersama dengan IEEE (*Institut Of Electrical And Electronics Engineers*) dan mengembangkan standar-standar bersama dengan ISO (*International Organization For Standarization*) dan juga ITU (*International Telecommunication Union*). [10]

Motor listrik dalam standar IEC dibagi menjadi beberapa kelas dengan efisiensi yang dimilikinya. Sebagai standar EU (*Uni Eropa*), pembagian kelas motor listrik menjadi 3 kelas, diantaranya: IE1, IE2 dan IE3. Untuk IE1 adalah motor listrik yang tergolong standar efisien, sedangkan IE2 motor listrik yang tergolong *premium* efisien dan IE3 motor listrik yang tergolong *high* efisien/motor listrik yang paling efisien. Lembaga yang menjamin level efisiensi ini adalah CEMAP (*European Committe Of Manufacturers Of Electrical Machines And Power Electrincs*), sebuah konsorsium di eropa yang didirikan oleh pabrik-pabrik elektrik motor listrik yang ternama, dengan tujuan untuk menyelamatkan lingkungan dengan mengurangi pencemaran karbon secara global, karena banyak daya diboroskan dalam pemakaian beban listrik. [14]

2.7 Peraturan Audit Energi

2.7.1 Kementerian Perindustrian Tahun 2011 Tentang Pedoman Teknis Audit Energi Industri

Pedoman teknis audit energi disusun untuk meningkatkan pengetahuan dalam pelaksanaan konservasi energi dan pengurangan emisi CO₂ di sektor industri yang bertujuan untuk mengidentifikasi peluang penghematan energi pada suatu sarana/fasilitas pengguna energi. *Output* audit energi berupa laporan peluang – peluang penghematan energi pada suatu *Cost Center* (pusat – pusat biaya energi) yang dapat dicapai setelah dilakukan pengamatan, pengukuran dan analisa energi (perhitungan dan pertimbangan energi) sehingga sasaran – sasaran yang akan dicapai seperti: menurunnya intensitas pengguna energi, meningkatnya peran serta industri dalam program konservasi energi dan peningkatan efisiensi pengguna energi dalam berproduksi. [2]

2.7.2 Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2007 Tentang Energi

Pada pasal (2) menjelaskan bahwa energi dikelola berdasarkan asas kemanfaatan, rasionalitas, efisiensi berkeadilan, peningkatan nilai tambah, keberlanjutan, kesejahteraan masyarakat, pelestarian fungsi lingkungan hidup, ketahanan nasional, dan keterpaduan dengan mengutamakan kemampuan nasional. Pentingnya pengelolaan energi agar setiap pengguna energi dapat memperoleh kemudahan dalam kehidupan setiap harinya, kemudian dampak yang ditimbulkan diharapkan tidak merusak masa yang akan datang beserta generasi yang ada dimasa mendatang. [11]

2.7.3 Peraturan Pemerintah RI Nomor 70 Tahun 2009 Tentang Konservasi Energi

Pada pasal (1) ayat (1), konservasi energi yang dimaksud adalah upaya sistematis, terencana dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Serta diperkuat pasal (2) ayat (1), disebutkan konservasi energi nasional menjadi tanggung jawab pemerintah, pemerintah daerah provinsi, pemerintah daerah kabupaten atau kota, pengusaha dan masyarakat. Tanggung jawab sebagaimana dimaksudkan pada ayat (1) dilaksanakan berdasarkan rencana induk konservasi energi nasional. [1]

2.7.4 Peraturan Menteri ESDM Nomor 14 Tahun 2012 Tentang Manajemen Energi

Manajemen energi adalah kegiatan terpadu untuk mengendalikan konsumsi energi agar tercapai pemanfaatan energi yang efektif dan efisien untuk menghasilkan keluaran yang maksimal melalui tindakan teknis secara terstruktur dan ekonomis untuk meminimalisasi pemanfaatan energi termasuk energi untuk proses produksi dan meminimalisasi konsumsi bahan baku dan bahan pendukung. [12]

Pasal (3) menjelaskan pengguna sumber energi dan pengguna energi yang menggunakan sumber energi dan energi yang lebih besar atau sama dengan 6.000 setara ton minyak per tahun wajib melakukan manajemen energi. Dan pasal (4) menjelaskan pengguna sumber energi dan pengguna energi yang menggunakan sumber energi dan energi kurang dari 6.000 setara ton minyak per tahun agar melaksanakan manajemen energi atau melaksanakan penghematan energi.

2.8 Manajemen Energi

2.8.1 Defenisi Manajemen Energi

Defenisi manajemen energi menurut Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2012 mengatakan manajemen energi adalah kegiatan terpadu untuk mengendalikan konsumsi energi agar tercapai pemanfaatan energi yang efektif dan efisien untuk menghasilkan keluaran yang maksimal.[12]

2.8.2 Tujuan Dari Manajemen Energi

Tujuan utama dari manajemen energi adalah untuk memperoleh dan mempertahankan penyediaan energi dan pemanfaatan energi secara optimal pada suatu organisasi yang juga mencakup pada tujuan-tujuan lainnya yaitu untuk meminimalkan biaya energi tanpa mengganggu produksi dan kualitas, dan untuk meminimalkan dampak lingkungan. [12]

Tujuan lain yang diharapkan dari program manajemen energi adalah:

1. Meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi konsumsi energi, yang mana akan berdampak besar terhadap biaya yang dikeluarkan.
2. Mengurangi emisi gas rumah kaca dan meningkatkan kualitas udara.
3. Memperkuat komunikasi yang baik dengan pengelola energi.
4. Mengembangkan dan menjaga pengawasan yang efektif, pelaporan dan manajemen strategi untuk pemakaian energi secara bijak.

5. Menemukan langkah baru yang lebih baik untuk memperbesar tingkat pengembalian investasi melalui kegiatan penelitian dan pembangunan.
6. Meningkatkan ketertarikan dan mendedikasikan untuk program manajemen energi bagi semua karyawan.
7. Mengurangi dampak dari pembatasan, pengurangan ataupun gangguan lain dari penyediaan energi.

2.9 Konservasi Energi

2.9.1 Konservasi Energi Listrik Pada Industri

Konservasi energi listrik adalah pelestarian penggunaan energi listrik secara efisien tanpa mengurangi fungsi energi itu sendiri secara teknis namun memiliki tingkat ekonomi yang serendah - rendahnya guna melestarikan sumber daya energi serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya, melalui langkah – langkah penurunan berbagai kehilangan (*loss*) energi listrik pada semua taraf pengolahan, mulai dari pembangkit, pengiriman sampai dengan pemanfaatan. Banyak upaya – upaya yang dapat dilakukan dalam melakukan konservasi energi listrik, upaya tersebut dapat dilakukan baik dari sisi penyediaan listrik (*supply*) atau dari sisi kebutuhan daya listrik (*demand*). Dengan melakukan konservasi energi listrik, maka dapat dihasilkan penurunan konsumsi energi spesifik sekitar 7% - 13%. [5]

Dalam Instruksi Presiden No. 9 tahun 1982 mengenai konservasi energi yang diperkuat dengan Keppres No. 43 tahun 1991 yang isinya merinci petunjuk langkah – langkah konservasi energi melalui kampanye penghematan energi, diklat konservasi, peragaan dan contoh peralatan penghemat energi, pengembangan sistem audit energi, identifikasi potensi peningkatan efisiensi dan standarisasi. Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan, diperoleh indikasi peluang penghematan energi disektor industri cukup besar, yaitu mencapai 10% sampai dengan 30%. [15]

2.9.2 Kompleksitas Konservasi Energi Pada Industri

Peluang konservasi energi dapat ditemukan disemua kompleksitas atau proses dalam sebuah industri, fasilitas atau perusahaan. Pada umumnya, konservasi energi dapat ditemukan dengan melakukan indentifikasi pada: [13]

1. Pembangkit energi: mengidentifikasi peluang efisiensi energi dalam peralatan atau fasilitas pengkonversi energi seperti pembangkit daya dan pembangkit uap dalam boiler.
2. Distribusi energi: mengidentifikasi peluang efisiensi distribusi energi seperti: trafo, kabel dan peningkatan faktor daya dalam sistem listrik dan *Chilled Water, Cooling Water, Hot Water* dan *Compressed Air*.
3. Energi yang digunakan dalam proses: tempat dimana potensi penghematan energi paling signifikan ditemukan dan kebanyakan potensi dari potensi ini masih bersembunyi baik dalam komponen peralatan atau gabungan dari beberapa peralatan yang terbentuk dari suatu sistem proses. Untuk mendapatkan potensi penghematan yang signifikan, analisa proses dapat digunakan untuk mengukur sistem secara terintegrasi.
4. Substitusi bahan bakar: mengidentifikasi jenis bahan bakar yang tepat untuk konservasi energi yang efisien.

2.9.3 Analisa Konservasi Energi Listrik Pada Motor Listrik

Analisa konservasi energi listrik pada motor listrik dilakukan untuk mengetahui peluang - peluang yang mungkin dilakukan untuk menghemat penggunaan energi listrik pada motor listrik dengan melakukan perbandingan antara konsumsi energi yang digunakan dengan konsumsi energi yang dihasilkan. Energi listrik yang dihasilkan merupakan perhitungan konsumsi energi dengan memperbaiki sistem pengoperasian motor listrik yang digunakan yakni dengan memperhatikan perilaku beban pada motor listrik, hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah motor listrik sudah maksimal bekerja dalam sistem atau belum, sehingga dapat mengeluarkan suatu rekomendasi untuk membuat sistem dapat bekerja lebih efisien, efektif dan tepat guna.[2]

2.10 Identifikasi Hemat Energi Dalam Upaya Konservasi Energi.

Di dalam pelaksanaan hemat energi dalam upaya konservasi energi, identifikasi dilakukan dengan cara wawancara guna mengevaluasi penghematan energi yang telah dilakukan oleh industri. Hasil wawancara yang didapatkan sebagai pertimbangan dalam melakukan rekomendasi peluang penghematan energi. pencapaian yang didapatkan setelah melakukan indentifikasi konservasi energi adalah:[2]

1. Menurunnya intensitas penggunaan energi di industri tersebut.
2. Meningkatkan peran serta industri dalam program konservasi energi.
3. Pengurangan ketergantungan terhadap bahan bakar minyak (BBM).
4. Pengurangan pencemaran yang dapat merusak kualitas lingkungan.

2.11 Rekomendasi Peluang Penghematan Energi

Setelah beberapa langkah dijalankan dan data yang diukur telah didapat maka akan dianalisa untuk merekomendasi penghematan energi berdasarkan peluang – peluang yang dapat dilakukan. Rekomendasi yang dapat dicapai setelah mengetahui pola penggunaan energi dan potensi penghematan energi adalah sebagai berikut: [2]

1. Menurunnya intensitas penggunaan energi di industri

Menurunnya intensitas pengguna energi pada industri berkaitan dengan penggunaan peralatan energi, dalam penelitian yang dilakukan peluang penghematan energi diketahui dengan melakukan perhitungan nilai efisiensi pada motor listrik yang digunakan dalam proses produksi. Hasil dari perhitungan yang didapatkan dianalisa untuk menentukan penggunaan motor listrik yang tergolong pada standar yang telah ditentukan yaitu mengacu kepada standar internasional IEC dan NEMA.

2. Meningkatkan peran serta industri dalam program konservasi energi

Program konservasi energi pada suatu industri tidak terlepas dari penggunaan peralatan energi listrik yang digunakan dalam suatu industri. Langkah awal dalam melakukan konservasi energi listrik adalah dengan melakukan wawancara. Dari hasil wawancara tersebut langkah apa yang telah dilakukan perusahaan dalam meningkatkan konservasi energi yang berupa analisa peluang penghematan energi yang dapat dilakukan.

3. Peningkatan efisiensi penggunaan energi dalam berproduksi

Peningkatan efisiensi pengguna energi dalam berproduksi tidak terlepas dari penggunaan peralatan listrik dalam penelitian ini peralatan listrik secara garis besar adalah motor listrik. Berdasarkan standar penggunaan motor listrik yang berlaku adalah mengacu pada standar internasional yaitu IEC dan NEMA.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

